
Scheid, Wolf-Michael :

Varianten für alle Fälle : automatisierte Lagersysteme, Teil 3

Zuerst erschienen in:

Logistik heute : das aktuelle Fachmagazin für Unternehmen mit Zukunft und offizielles Mitteilungsblatt der Bundesvereinigung Logistik e.V. - München : Huss, ISSN 0173-6213, Bd. 21 (1999), 12, S. 56-59

Automatisierte Lagersysteme, Teil 3

Varianten für alle Fälle

Der dritte und letzte Teil unserer Serie beschäftigt sich mit den Hubbalkensystemen, Turm- und Karussell-, und Paternosterlager sowie dem Stapelkran.

sd./ws. Statt Regalbediengeräte (RBG) oder Aufzüge können für die Vertikalbewegung auch Hubbalken verwendet werden (Abb. 1 und 2).

Hubbalken mit Verteilerwagen

Verwendet man bei Hubbalken Gegengewichte (wie bei klassischen Aufzügen) reduzieren sich die Antriebsleistungen.

Reibantrieb für aus dem Paternoster ausgeschleuste Rollpaletten und am Hubbalken verfahrbarer Einschubeinheit beschickt wurde. Bei einem Einschubtakt von 3,6 [s] konnten im (theoretisch) günstigsten Fall über 700 Paletten/h eingelagert werden. Tatsächlich war mit Leistungen von 65 bis über 400 Paletten/h zu rechnen. Die Anlage wurde Ende der 60er-Jahre von Dipl.-Ing. ETH Hans Ru-

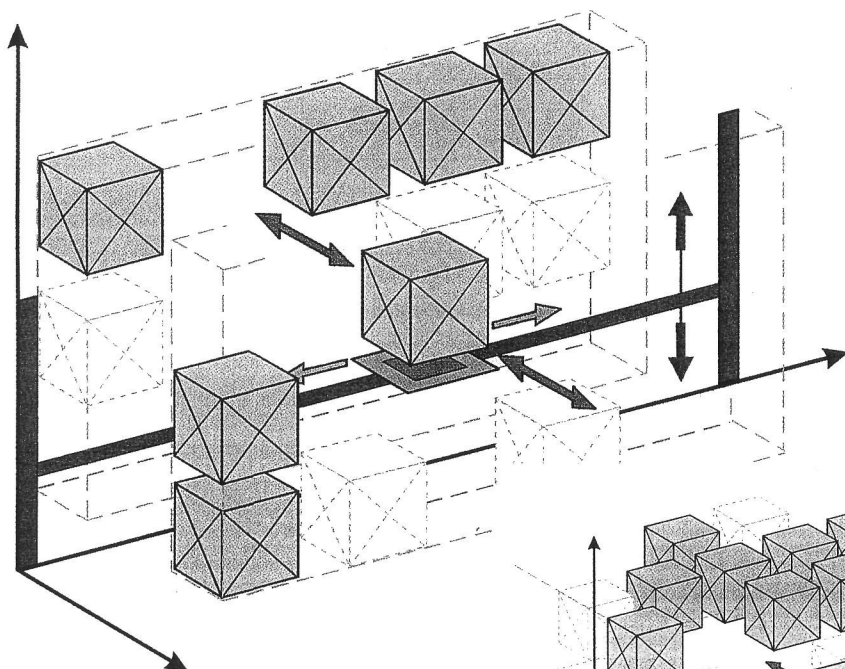


Abb. 1: Hubbalken im Gang: Statt RBG oder Aufzüge können für die Vertikalbewegung auch Hubbalken verwendet werden.

Auch kann der Antrieb selbst außerhalb des Regalblocks angeordnet werden. Der letztgenannte Gesichtspunkt spielte etwa bei einem Kühl-HRL eine Rolle (Südmilch-Heilbronn, Lieferant: Eisenmann).

Immer in Erinnerung bleiben wird wohl eine Durchlaufregalanlage mit einer theoretischen Kapazität von 14.976 Plätzen für Rollpaletten, die über eine Kombination aus Palettenpaternoster, Hubbalken mit

dolf Haldimann (gest. 1997) konzipiert und auch bis 1972 bei Salamander errichtet. Aus verschiedenen Gründen ging sie nie in einen dauerhaften Betrieb. So war beispielsweise die Lösung Durchlaufregal für Produkte und Sortimentsbreite des Unternehmens Salamander wohl eher ungeeignet. Hubbalken mit direktem Zugriff

Vorteile von Hubbalken

Es stehen hier maschinenbauliche Gesichtspunkte im Vordergrund (verringerte Antriebsleistung, Verlagerung des Antriebs aus dem Regalblock). Dies kann bei Kühllagern oder explosionsgeschützten Lagern von Bedeutung sein. Bei kleinen Abmessungen sind hohe Durchsatzwerte erreichbar.

Nachteile

Sollen die konstruktiven Vorteile nicht durch überlange Balken zu Nachteilen werden, bleibt der Einsatz auf kleine Anlagen mit nur geringer Stellplatzzahl beschränkt.

Leistungsgrenzen

Es wurden Anlagen sowohl für Paletten als auch für Behälter oder Trays realisiert. Hubbalkengeräte für Paletten können den doppelten Durchsatz von klassischen Regalbediengeräten erreichen. Standardkonzepte für Behälter (wie MSS) dürften um 500 Doppelspiele/Stunde erreichen. Bei gemeinsamen I- und K-Punkten für den Einsatz mehrerer Geräte muss auch hier wieder auf die Simulation verwiesen werden. Grenzleistungen sind um 500 Doppelspiele/Stunde für Paletten bzw. 2.500 bis 3.000 Ein- und Auslagerungen für Behälter/Trays zu erwarten.

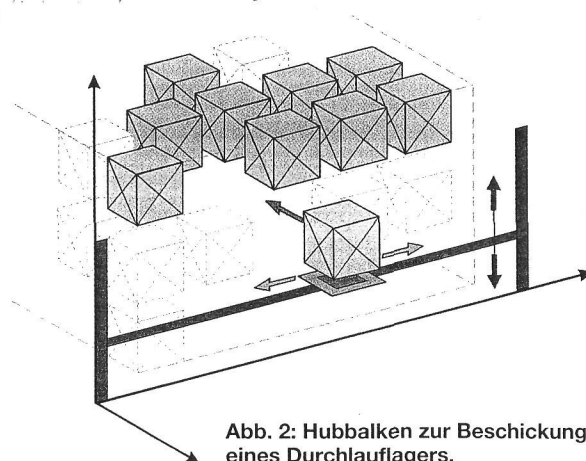


Abb. 2: Hubbalken zur Beschickung eines Durchlaufregals.

zu jeder Palette wurden auch ab Ende der 70er-Jahre von Munck eingesetzt, um einen hohen Umschlag (500 Ein-/Auslagerungen je Stunde) für einen relativ kleinen Palettenpuffer (2.500 Stellplätze) auf engstem Raum zu gewährleisten (acht Geräte in vier Gängen). Das norwegische Unternehmen Munck hat seit 1971 allein in Deutschland rund 60 Hochregallager errichtet. Daneben war es international aktiv. Munck kam erstmals Anfang der 70er-Jahre in wirtschaftliche Schwierigkeiten und wurde

von den Hauptgläubigerbanken übernommen. Auch die deutsche Munck GmbH mit Sitz in Walheim bei Aachen kam Anfang der 90er-Jahre in wirtschaftliche Schwierigkeiten. Die US-Munck-Unternehmung überlebte. Heute ist Munck eine der Marken der Swisslog-Gruppe.

*) Prof. Dr.-Ing. W. M. Scheid leitet das Institut für rechnerunterstützte Produktion an der TU Ilmenau.

Ein ähnliches Konzept, allerdings als schneller Kleinbehälterpuffer, bietet Vanderlande Industries, Mönchengladbach, unter dem Namen Modular Storage System (MSS). Nach überschlägigen Berechnungen kann man bei dem kleineren von zwei angebotenen Modulen mit dem Hubbalken und aufgesetzten Verteilerwagen mit zwei Lastaufnahmemitteln bei einer Kapazität von z.B. 800 Behältern 400 x 600 x 400 mm (B x L x H) von einer Ein- oder Auslagerungsleistung um 500 Behälter/h ausgehen.

Hingewiesen sei an dieser Stelle auf das Rotary Rack der TGW. Dies würde bei gleicher Ebenenzahl wie im vorgenannten Beispiel (30) und gleicher Kapazität einen Durchsatz von ca. 890 Behältern/h bieten. Funktionell, nicht vom technischen Konzept her, sind beide Systeme ähnlich. Auch aus dem Hause Constructor gibt es ein Konzept für Kleinbehälter mit Hubbalken.

Turmlager – geeignet für Karossen

Der Vollständigkeit sei auf das von Riechelmann entwickelte Konzept verwiesen, ein stationäres RBG (schneller Aufzug) einzusetzen, um das kreisförmig

Stellplätze angeordnet sind. Es ergibt sich ein Pufferspeicher mit hohem Durchsatz. Ein derartiges Konzept wurde als Karosenspeicher realisiert (Opel Eisenach, Fredenhagen).

Karusselllager – im Kommen

Alle bisher beschriebenen Konzepte gingen von einer statischen Lagerung in feststehenden Regalen bzw. Stellplätzen aus. In den angelsächsischen Ländern beliebt sind Karusselllager, die sich in Deutschland in nennenswerter Zahl nur manuell bedient in chemischen Reinigungen für hängende Ware finden. Zunehmend finden sie sich auch im Angebot deutscher Hersteller.

Eine einfache Automatisierung ist in Verbindung mit stationärer „Regalbedienung“ möglich (Abb. 3). Das zur Ein- bzw. Auslagerung erforderliche Regalfach wird in den Zugriffsbereich des Lastaufnahmemittels gefahren.

Systeme dieses Typs mit Robotern zur Regalbedienung finden sich z.B. in großen Rechenzentren. Die Regale puffern dort Magnetband-Cassetten. Der Ro-

boter stellt die Verbindung zu den entsprechenden Laufwerken der Datenverarbeitung her und ermöglicht so den automatisierten Betrieb des Rechenzentrums auch bei Cassetten-Wechsel. Bis zu 250

Spielen/h und Roboter werden realisiert (Hersteller: Comparex).

Die Bewegung in Y- bzw. Z-Richtung wird durch das stationäre Bediengerät realisiert, die X-Richtung durch die Bewegung des gesamten Regals. Durchsatzsteigerungen sind dann möglich, wenn Ein- bzw. Auslagerungen simultan für jede Ebene des Karussells erfolgen. Genau dieses Konzept verfolgen die unter dem Na-

Vorteile von Karusselllagern

Bei stationärer Bedienung und größerer Stellplatzzahl können mehrere Karusselle mit nur einer Bedieneinheit gekoppelt werden (bis ca. 350 Einzelspiele/Stunde). Bei den unter der Bezeichnung Rotary Rack bzw. Rotastore angebotenen Konzepten mit unabhängig voneinander drehbaren Regalebenen sind hohe Durchsatzwerte erreichbar.

Nachteile

Angesichts aktueller Betrachtungsweisen zum Energieeinsatz werden Konzepte, die sämtliche Lagerplätze aktiv in Bewegung setzen – auch wenn nur wenige Lagereinheiten zu entnehmen oder einzulagern sind – zunehmend kritisch gesehen. Im Hinblick auf Energieverbrauch und konstruktiven Aufwand werden die Systeme nur für Behälter/Trays eingesetzt, nicht für Paletten. Die hohen Durchsatzwerte sind nur möglich, wenn es sich um vergleichsweise geringe Stellplatzzahlen handelt.

Leistungsgrenzen

Die Vertikalförderer erlauben eine Grenzleistung von etwa 1.200 Doppelspielen/Stunde bei hinreichend kleiner Stellplatzzahl. Bei Integration mehrerer Karussells durch gemeinsame I- und K-Punkte ergeben sich ähnliche Obergrenzen wie für Hubbalken-Systeme.

men Rotary Rack (TGW) bzw. Rotastore (psb) seit 1988 angebotenen Systeme (Abb. 4), die sich für die Vertikalbewegung (Y-Achse) der gleichen Hochleistungsvertikalförderer bedienen, wie sie das Sistore-Konzept verwendet. Für die Auslagerung vorgesehene Lagereinheiten werden durch ein voneinander unabhängiges Drehen der Regalebenen übereinander zu einer „Auslagerungssäule“ zusammengefahren. Diese Säule wird dann in den Auslagerungsvertikalförderer gepusht, die so entstandene „Säule“ leerer Stellplätze wird vor den Einlagerungsvertikalförderer gefahren, die dort zur Einlagerung bereitgestellten Lagereinheiten in das Regal gepusht.

Die Systeme werden als sich schnell umschlagende Pufferspeicher für Klein- und Kleinstbehälter angeboten. Der maximal mögliche Durchsatz wird durch die Vertikalförderer vorgegeben und liegt damit bei ca. 1.000 Doppelspielen/h. Ausgehend von einem Behälter der Grundfläche

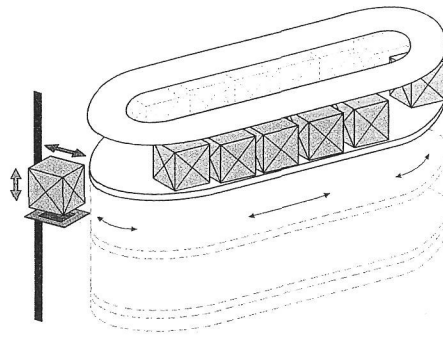


Abb. 3: Karusselllager mit stationärem RBG: Das zur Ein- bzw. Auslagerung erforderliche Regalfach fährt in den Zugriffsbereich des Lastaufnahmemittels.

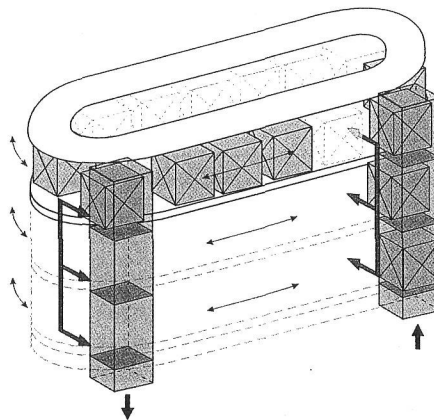


Abb. 4: Karusselllager mit unabhängig voneinander drehbaren Regalebenen (Rotary Rack/Rotastore).

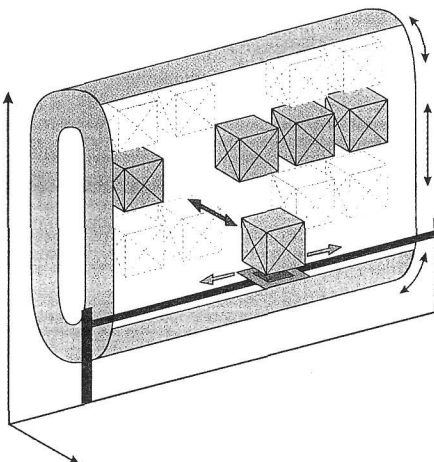


Abb. 5: Paternosterregal: ein um 90° gedrehtes Karusselllager.

400 x 600 mm (B x L) und max. 30 übereinander liegenden unabhängig voneinander drehenden Ebenen werden jedoch auch bei sehr kleinen Stellplatzzahlen (500 – 4.500 Stellplätze) allenfalls 900 Doppelspiele/h erreicht. Bei geringeren Ebenenzahlen und v.a. größeren Stellplatz-

zahlen reduziert sich der mögliche Durchsatz deutlich. So werden bei 10.000 Stellplätzen bei 30 Ebenen nur noch 450 bzw. bei 20 Ebenen 200 Doppelspiele/h erreicht. Tatsächlich erreichbare dauerhafte Systemleistungen dürften mit max. zwei Drittel der genannten Werte anzusetzen sein.

Dreht man ein normales Karusselllager um 90° so erhält man ein Paternosterregal (Abb. 5), wie es für die Lagerung von Kleinteilen vielfach eingesetzt wird. Auch dieses wird mit automatisierter Ein- und Auslagerung von verschiedenen Herstellern angeboten. Die 90°-Drehung des Rotary Rack bzw. Rotastore ist ebenfalls denkbar, wurde aber bisher in Europa noch nicht angeboten, wohl aber in Japan.

Stapelkran und Verschieberegale

Zeitgleich mit dem RBG entstand der Stapelkran. Ein starrer oder auch teleskopierbarer Mast hängt an der Katze eines Laufkrans. Die Kranbrücke überspannt mehrere Einzel- und Doppelregale. Das am Mast befindliche Lastaufnahmemittel ist als starre Gabel, die dann durch die Krankatze in Z-Richtung verfahren wird, oder als Teleskopgabel ausgebildet. Funktionell entspricht das Gerät weitestgehend einem RBG. Es kann ohne zusätzliche Hilfsmittel Lagergänge wechseln – bietet sich also dort an, wo aufgrund flächenmäßiger Restriktionen mehrere Gänge für ein Bediengerät vorzusehen sind. Für solche Fälle werden bei üblichen RBG zusätzliche Versetzgeräte benutzt oder es kommen kurvenfahrende RBG zur Anwendung.

Mit Verschieberegalen ergibt sich eine kompakte Lagerform mit hoher Raumausnutzung (Abb. 6). Automatisiert wurde dieses Konzept in Deutschland anlässlich der Cemat 1994 erstmals von der MAN Logistics GmbH unter der Bezeichnung MAN-Compact angeboten. In Japan sind derartige Systeme unter der Bezeichnung „Magic Store“ populär.

Im Zusammenhang mit der Betrachtung von Kanallagern wurde bereits darauf hingewiesen, dass statt des Stapelkrans natürlich auch Fahrzeuge in vorzuwählende Ebenen des jeweils geöffneten Bediengangs der Verschieberegalanlage einfahren können. Die Regale sind dann entsprechend mit Fahrschienen für diese Bedienfahrzeuge auszustatten.

Schlussbemerkung

Es gibt unterschiedlichste Aspekte der Gestaltung automatisierter Lagersysteme. Ausgegangen wird in allen Fällen von erforderlichem Stellplatzbedarf und Um-

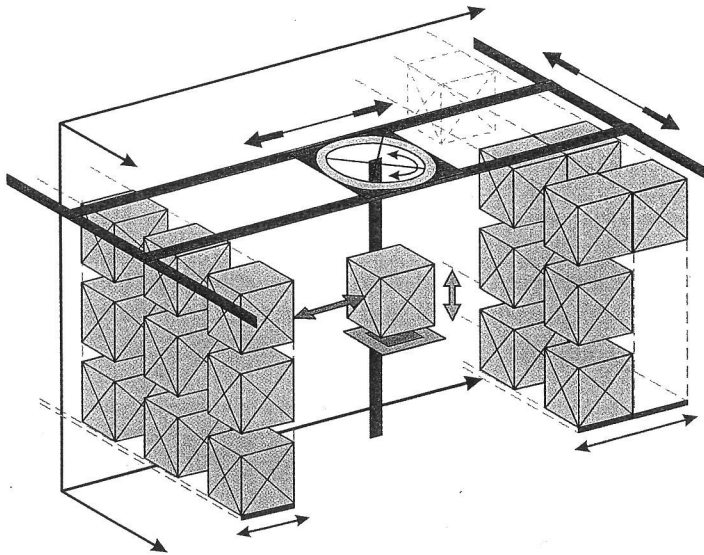


Abb. 6: Stapelkran mit Verschieberegal: Ein Mast hängt an der Katze eines Laufkrans. Die Kranbrücke überspannt mehrere Einzel- und Doppelregale. Das am Mast befindliche Lastaufnahmemittel ist als starre Gabel, die dann durch die Krankatze in Z-Richtung verfahren wird, oder als Teleskopgabel ausgebildet. Funktionell entspricht das Gerät weitestgehend einem Regalbediengerät.

Abbildungen: Autor

schlag. Dort, wo kein direkter Zugriff zu jeder Lagereinheit möglich ist (mehrfachtiefe Lagerung, Kanallager, Durchlaufregal) muss, letztlich abhängig von der Sortimentsstruktur (wieviele Lagereinheiten je Artikel?), mit einem erhöhten Stellplatzbedarf bezogen auf die tatsächlich im Mittel zu lagernde Anzahl von Lagereinheiten gerechnet werden.

Gesichtspunkte einer erhöhten Raumnutzung führen zu den genannten Systemen, wobei der erhöhte Stellplatzbedarf einen Teil der Verbesserung wieder zunichte macht. Lediglich Verschieberegale offerie-

ren höhere Raumnutzung ohne zusätzlichen Stellplatzbedarf. Unter Umschlags Gesichtspunkten reduzieren Kanallager und Verschieberegale den möglichen Durchsatz im Vergleich zu herkömmlichen RBG.

Der Einsatz von unabhängig voneinander operierenden Fahrzeugen für die Lagerbedienung in Z- bzw. Y-Richtung in Verbindung mit RBG oder Vertikalförderern/Aufzügen für die Bewegung in Y-Richtung ermöglichen teilweise beträchtliche Durchsatzsteigerungen, die zudem sukzessive durch Einsatz zusätzlicher Fahrzeuge etc. bei entsprechend erhöhtem

Vorteile von Stapelkran und Verschieberegal

Sehr gute Raumnutzung für Systeme mit geringen Durchsatzanforderungen (gemessen an der Anzahl Lagerplätze). Direkter Zugriff zu jeder Lagereinheit. Geeignet für Paletten.

Nachteile

Auch hier muss häufig ein großer Teil der Stellplätze aktiv bewegt werden, wenn nur eine Palette ein- oder ausgelagert werden soll.

Leistungsgrenzen

Es handelt sich vom Konzept her um Systeme für geringe Leistungen. Mehr als 30 bis 40 Doppelspiele/-Stunde dürften kaum erreichbar sein.

Bedarf realisiert werden können. Nachteilig erscheint die Verwendung von batteriebetriebenen Komponenten. Kleine Pufferlager für Paletten und Kleinbehälter für hohen Durchsatz werden mit Hilfe von Hubbalkensystemen realisiert. Einen signifikant höheren Durchsatz für kleine Kleinbehälter-Pufferlager erreichen Rotary Rack bzw. Rotastore.

Noch höhere Durchsätze, sowohl für Paletten als auch Kleinbehälter, erreicht das Sistore-Konzept. Die Anzahl der Stellplätze hat hier nur geringen Einfluss auf den erreichbaren Durchsatz. ◀